

О СИЛАХ РЕЗАНИЯ ПРИ СВЕРЛЕНИИ СТАЛЕЙ СВЕРЛАМИ С ВНУТРЕННИМ ОХЛАЖДЕНИЕМ

Ю. В. ЩЕПЕТИЛЬНИКОВ, Д. В. КОЖЕВНИКОВ

(Представлена научным семинаром кафедр
станков и резания металлов и технологии машиностроения)

Сверление характерно закрытым протеканием процесса резания. По мере углубления сверла в отверстие ухудшается доступ охлаждающей жидкости в зону резания, что ведет к нежелательному увеличению температуры резания. Замена охлаждения поливом подачей охлаждающей жидкости непосредственно в зону резания, значительно снижая температуру резания [1], должна изменить характер и величину остальных параметров процесса резания металлов при сверлении. В данной статье приводятся результаты исследований влияния подвода охлаждающей жидкости непосредственно в зону резания через отверстия в сверлах на характер и величину изменения сил резания при сверлении сталей.

Эксперименты выполнены на модернизированном вертикально-сверлильном станке 2А150 быстрорежущими из Р9 $\varnothing 23$ мм и оснащенными пластинками твердого сплава ВК8 $\varnothing 20$ мм сверлами с прокатанными отверстиями. Охлаждающая жидкость к вращающимся сверлам подводилась под давлением 25 кг/см^2 от насосной станции, расположенной вне станка, через специальный патрон, закрепленный на шпинделе станка. В качестве охлаждающей жидкости использовалась 5%-ная эмульсия. Все сверла по задним поверхностям затачивались по плоскости, а сверла, армированные пластинками твердого сплава, с целью уменьшения биения режущих кромок имели, кроме того, заточку по плоскости ($\gamma = 0$) еще и по передним граням. Остальные геометрические параметры сверл: угол при вершине $2\varphi = 120^\circ$, задний угол $\alpha = 12^\circ$. Сверление велось только острозаточенными сверлами. Затупление сверл в виде фаски износа по периферии задней грани больше 0,1 мм не допускалось.

Измерение сил резания осуществлялось двухкомпонентным динамометром, принципиальная схема которого подобна схеме динамометра, приведенной в работе [2]. В качестве чувствительного элемента в динамометре использованы фольговые тензодатчики ФКПА 20×200 . Запись сигналов от динамометра проводилась на рентгеновскую пленку РФ-3 с помощью вибраторов Н135-1,5 шлейфового осциллографа Н102.

Исследования, проведенные при сверлении четырех марок сталей ст. 45, 45Г17ЮЗ, ЭИ-316, 1Х18Н9Т, показали, что характер изме-

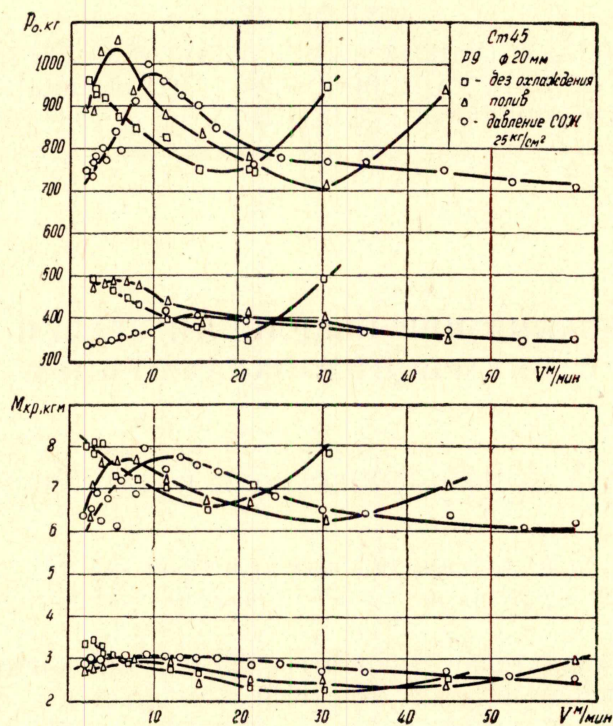


Рис. 1

нения зависимостей сил резания от скорости для всех сталей подобен. Поэтому в данной работе приведены лишь зависимости, полученные при сверлении ст. 45, для которой в связи с большей величиной допустимых подач они наиболее четко выражены.

Зависимость изменения сил резания от скорости для быстрорежущих сверл приведена на рис. 1. Для случая сверления без применения охлаждения и при охлаждении поливом полученные зависимости подобны зависимостям, полученным ранее другими исследователями [3]. Поэтому наибольший интерес представляет зависимость, полученная в случае подвода охлаждающей жидкости непосредственно в зону резания через отверстия в сверлах под давлением 25 кг/см². Для этого случая вначале (зона низких скоростей резания) увеличение скорости резания приводит к увеличению осевой силы и крутящего момента, что объясняется увеличением коэффициента трения и неизменной величиной передних углов по длине режущей кромки ввиду отсутствия нароста. С появлением нароста увеличение сил резания прекращается и как только нарост приобретает устойчивый характер, способный изменять действительный угол резания, начинается уменьшение сил резания. По сравнению с поливом и сверлением всухую область наростообразования значительно смещена в зону более высоких скоростей резания. Так, для достигнутого уровня скоростей резания в случае внутреннего охлаждения наблюдается лишь уменьшение сил резания, что объясняется продолжающимся увеличением объема нароста с дальнейшим ростом скорости резания, ибо, как показали проведенные нами специальные исследования, температура резания в случае подвода охлаждающей жидкости непосредственно в зону резания под давлением 25 кг/см² намного ниже, чем при поливе и сверлении всухую. Причем это снижение температуры резания с ростом скорости увеличивается.

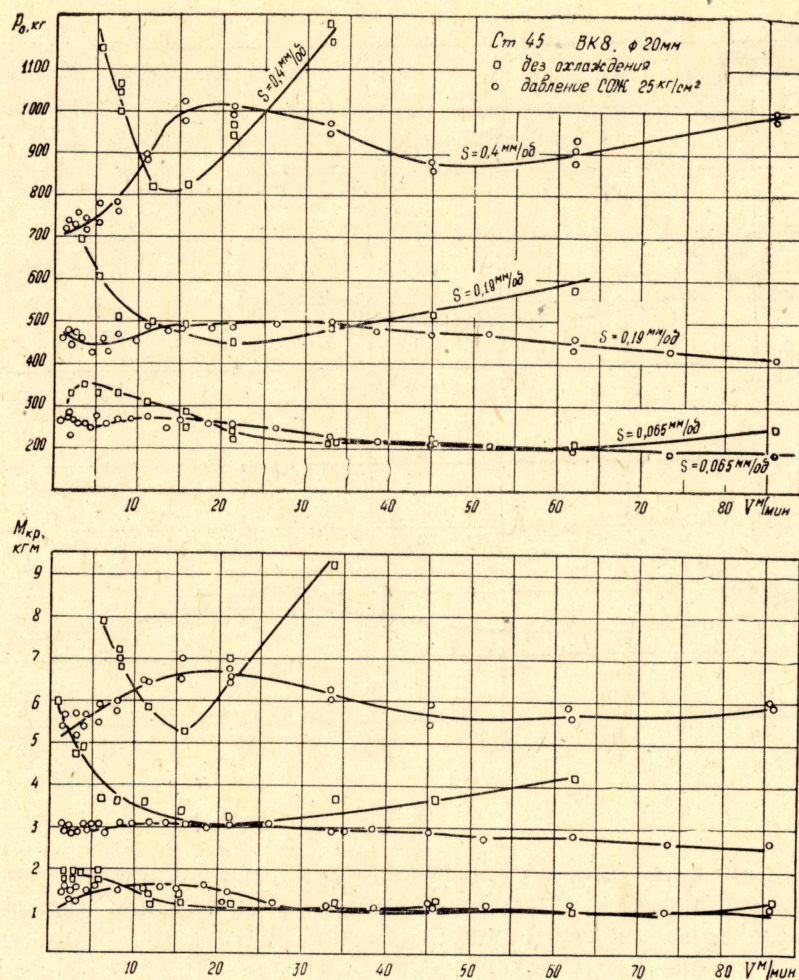


Рис. 2

С уменьшением величины подачи наблюдается смещение экстремальных точек зависимостей в область более высоких скоростей резания.

Измерение осевой силы и крутящего момента от скорости резания для сверл, армированных твердым сплавом, представлено на рис. 2. В этом случае измерение сил резания велось при сверлении всухую и при подводе охлаждающей жидкости непосредственно в зону резания под давлением 25 кг/см². При охлаждении этих сверл поливом эксперимент провести не удалось из-за выкрашивания пластин твердого сплава ввиду нестабильного доступа охлаждающей жидкости в зону резания. Характер приведенных на рис. 2 зависимостей подобен характеру зависимостей, полученных при сверлении быстрорежущими сверлами. Однако при внутреннем напорном охлаждении сверл, оснащенных пластинками твердого сплава, с увеличением скорости резания свыше 55 м/мин. (при той же величине подачи 0,4 мм/об., что и для быстрорежущих сверл) наблюдается тенденция к некоторому увеличению сил резания, что можно объяснить уменьшением передних углов с уменьшением величины нароста. Но даже у твердосплавных сверл, допускающих значительно большие по сравнению с быстрорежущими сверлами скорости резания, часть режущих кромок работает в области нароста. Это объясняется переменной скоростью резания по длине

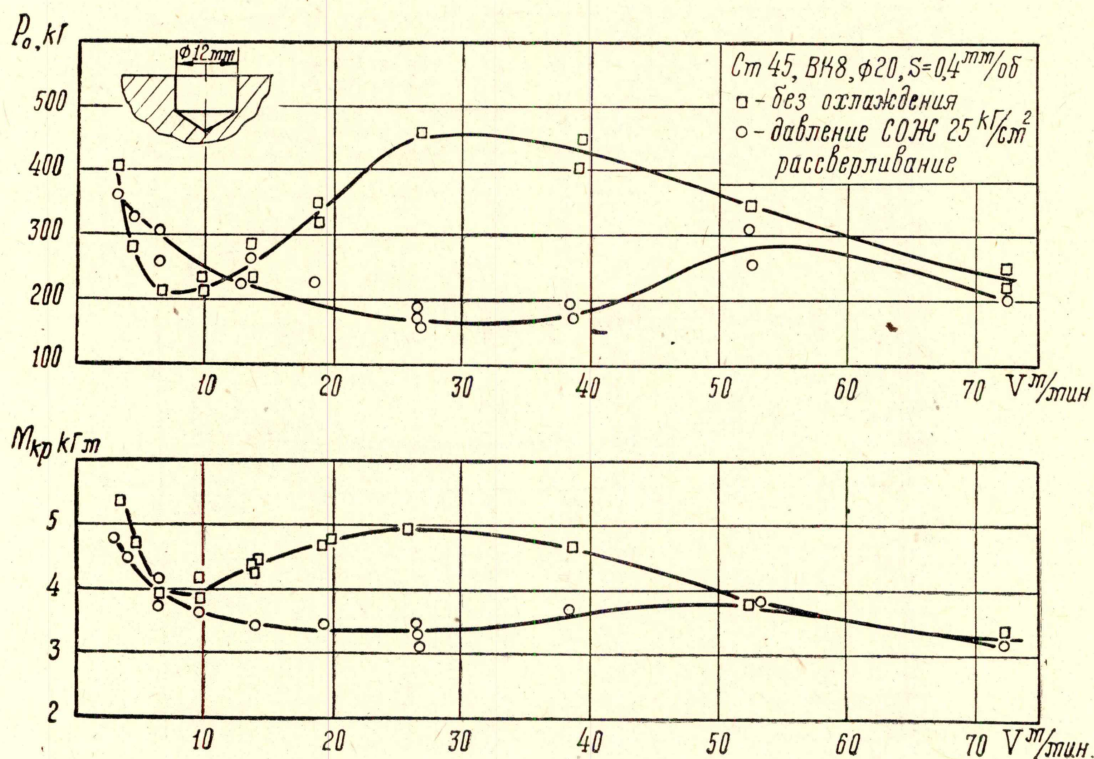


Рис. 3

режущих кромок сверла и существованием поперечной режущей кромки, где резание даже в случае значительной величины скорости резания на периферии сверла осуществляется всегда на микроскоростях. Динамометром же измеряются суммарные по длине режущих кромок силы резания. Это и определяет особенности характера зависимостей, приведенных на рис. 1 и 2.

В случае рассверливания отверстий (рис. 3), когда поперечная и часть основных режущих кромок в работе не участвуют, изменение сил резания при сверлении с увеличением скорости резания происходит по закону типичной кривой, полученной при точении токарными резцами [4]. Но и в данном случае при внутреннем напорном охлаждении наблюдается значительное смещение экстремальных точек зависимостей в зону более высоких скоростей резания.

Выводы

1. Внутреннее напорное охлаждение приводит к значительному смещению экстремальных точек зависимостей сил резания при сверлении в область более высоких скоростей резания.
2. В случае рассверливания отверстий зависимость измерения сил резания от скорости полностью совпадает с аналогичными зависимостями при точении.
3. При работе сверлами, армированными твердым сплавом, несмотря на значительное повышение скорости резания, поперечная режущая кромка и прилегающие к ней участки главных режущих кромок работают в условиях наростообразования, что и определяет характер полученной зависимости.

ЛИТЕРАТУРА

1. Е. Г. Кузовенко. Быстрорежущие, оснащенные пластинками из твердого сплава сверла с центральным охлаждением. В кн.: Спиральные сверла, НИИМАШ, М., 1966.
 2. Pahlitsch, Spig. Einrichtungen zum Messen der Schnittkräfte beim Bohren. „Werkstattechnik“, 1959, № 6.
 3. Резание металлов и инструмент. Сб. статей под ред. проф. доктора Розенберга А. М. «Машиностроение», М., 1964.
 4. А. Н. Еремин. Физическая сущность явлений при резании стали. Машгиз, М., 1951.
-